

Talajcsőszűrők talajtani értékelése

A vizsgálat alá vont szűrőanyagok feladata a talajcsövek /drének vagy dréncsövek/ feliszapolódás elleni védelme, illetve kedvező hidraulikai közeg biztosítása környezetükben. Mivel ezek a termékek költségesek, alkalmazásuk csak akkor indokolt, ha azt a megelőző talajtani vizsgálatok szükségesnek tartják. A magyarországi meliorációs gyakorlatban a talajcsőszűrőzés szükségességének megítélése nem teljesen tisztázott kérdés. A bemutatott módszertan és vizsgálati eredmények a hazai minősítési eljárás megalapozásához kíván hozzájárulni.

A tanulmány három talajcsőszűrő anyag minősítési vizsgálati eredményeit, illetve a Franciaországban alkalmazott értékelési módszereket foglalja össze /LENNOZ-GRATIN, 1987; LENNOZ-GRATIN és ZAIDI, 1987; STUYT és CESTRE, 1986/. A vizsgálatokat 1987-ben a CEMAGREF Mezőgazdasági Vízrendezési Osztályának laboratóriumában végezték el.

A vizsgálat alá vont termékek a következők voltak: VH-25 /TEMAFORG, Budapest/; Terfil-2 /TEMAFORG, Budapest/; Üvegszálfátyol /Üveggyár, Miskolc/.

A vizsgálatok közzétételével a szerzők szeretnék hozzájárulni egy megfelelő rutinvizsgálati hazai módszertan hazai kidolgozásához, valamint a részben fejlesztés alatt álló, részben a gyakorlatban alkalmazott talajcsőszűrők alkalmazási megítélésének megalapozásához.

A vizsgálati módszerek leírása

A vizsgált anyagok jellemzésére szolgáló módszereket két csoportba osztottuk. Az anyag-vizsgálatok a szűrőanyag azonosítására és fizikai felépítésének jellemzésére szolgálnak, míg a funkcionális vizsgálatok a talajcső védelmében betöltött szerepét, a szűrőhatás mechanizmusát jellemzik /WILLARDSON, 1979; és francia szabványok/.

Az anyag-vizsgálatok leírása

Felülettömeg - A felülettömeget ismert felületű /100 cm²/ termék tömegének mérésével határoztuk meg. A vizsgálatok 10 ismétlésben folytak.

Vastagság - A vizsgálat az adott célra kifejlesztett műszerrel történt meghatározott nyomás /2 kPa/ tömörítő hatása alatt, 10 ismételtségen.

Permittivitás - A permittivitás az anyag hidraulikus vezetőképességének és vastagságának hányadosából számolható paraméter. A vizsgálat egy meghatározott méretekké kialakított fém hengerben történik, amelyben a vízutánpótlás nyomásmagasság és az elfolyó oldalon kialakuló nyomásmagasság, valamint a keresztülfolyó vízhozam mennyisége mérhető. A kapott értékekből meghatározható a vizsgálat alá vont termék hidraulikus vezetőképessége, amiből a vastagság figyelembevételével számolható a permittivitás értéke.

Nedvesedési vizsgálat - Egyes anyagok hidrofób jellegük miatt ellenállást mutatnak a nedvesedéssel szemben. Mivel ez a szűrőanyagok esetében nyomásvesztéshez vezethet, a vizsgálat értékes információkkal szolgálhat a termék anyagi jellemzésére. Az értékelés célja meghatározni annak a hidraulikus nyomásvesztésnek a mértékét, amely a szűrőanyag nedvesedésekor a felületi feszültség leküzdésére szükséges.

A vizsgálat egy plexiből készült, hengeres edényben történik, amelyben a korong alakúra kivágott szűrőanyagmintára oldalirányból fluoreszcenciával /1%/ megfestett vizet engednek. A víz beadagolása úgy történik, hogy az az egész felületet lehetőleg egy időben borítsa el /ennek érdekében 6 beadagoló nyílásból táplálják a vizsgálati teret/. A vizsgált felületen kialakuló vízszilopmagasság a hidraulikus nyomásvesztés mértékével egyezik meg.

Funkcionális vizsgálatok

Szűrési nyílásméret meghatározása - A szűrési nyílásméret meghatározása a talajcsőszűrő anyag funkcionális tulajdonságát határozza meg. A vizsgálat eredménye megadja annak a legnagyobb talajrészecskének a méretét, mely a vizsgált szűrőanyag szövetén még képes keresztülhatolni a víz atmoszféra segítségével. A vizsgálat nem a természetes körülmények modellezését célozza meg, hanem standard vizsgálati viszonyok között, szélsőséges terhelésnek kitett termék viselkedését jellemzi.

A vizsgálatot egy "óriáskerékhez" hasonló berendezéssel végzik. Erre a villanymotorral meghajtott körbe forgó vázra hat henger alakú, 30 cm átmérőjű edény van felszerelve, melyek fenéklapját maga a vizsgált szűrőanyag képezi ritka szövésű ráccsal biztosítva. A vizsgálat megkezdésekor egy standard talajmintából meghatározott mennyiséget helyeznek a szűrőanyagra. A standard talajminta olyan szemcseeloszlású, hogy jelentős hányadát a kritikus, finom homok, áruva por frakciók teszik ki. Az előkészítés után a keret forgásának beindításával újra és újra egy vízzel teli kádba merülnek a vizsgálati edények, melyekbe a víz alulról beszívárog, majd kiemelkedésükkor kifolyik. A kiáramló víz magával ragadja a termék nyílásméreténél kisebb átmérőjű szemcséket. A leírt nedves szitálást 2 órán keresztül végzik. A szűrőzési nyílásméretet a visszatartott talajminta szemcseeloszlásának vizsgálatával határozzák meg.

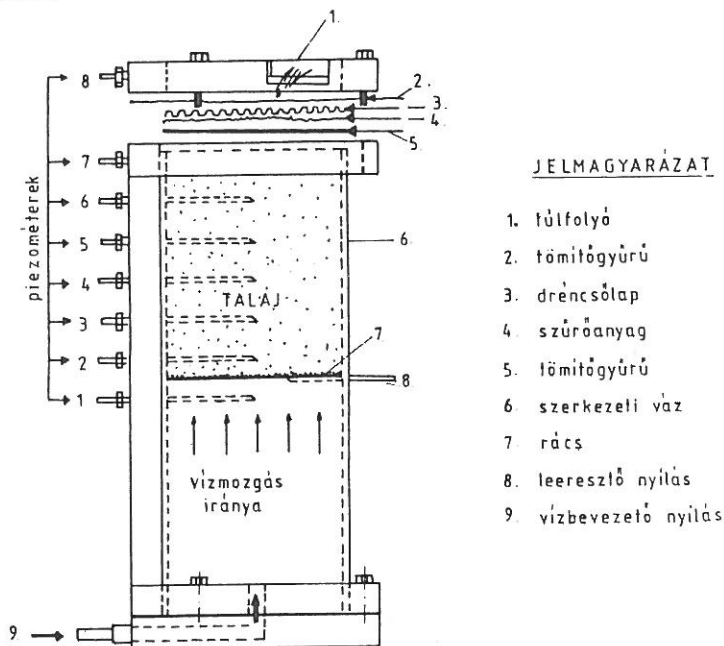
Homokkidas vizsgálat - A vizsgálat célja, hogy meghatározza a talajcsőre felvitt szűrőanyag viselkedését folyós homokba ágyazva, rendkívül erős hidraulikai terhelésnek kitéve. A vizsgálat eredményei nehezen számszerűsíthetők, inkább a talajcső környezetében, kritikus körülmények között lejárolt változásokat jellemzik.

Ez a méréssorozat egy 60x60x60 cm-es homokkádban zajlik. A szűrőzött talajcsövet, melyet a kád aljára erősítenek, a vízszint fokozatos emelésével homokkal beborítják. A feltöltés időszaka alatt a talajcső kifolyó nyílását lezárják az elsődleges feliszapolódás meggátolása érdekében. A feltöltés és a vizsgálati időszak folyamán a víz betáplálása alulról történik. A víz elvezetését a homokszint felett túlfolyóval biztosítják. A vizsgálat során - ami 21 napig tart - naponta meghatározzák a talajcső vízhozamát, és befejezésekor értékelik a szűrőanyag homok-szennyezettségének mértékét. Az így kapott eredmények összehasonlító értékelésre adnak lehetőséget.

Permeaméteres vizsgálat - Mivel a permeaméterrel végzett vizsgálatok adták a legértékesebb információkat a szűrőanyagok minősítésére, ezzel a vizsgálattal részletesebben foglalkozunk.

Alapvető értelmezése szerint a permeaméter a talaj hidraulikus vezetőképességének meghatározására szolgál. Az alkalmazott változat a Dierickx-féle permeaméterből /DIERICKX és YÜNCÜGLÜ, 1982/ lett származtatva, melyben a különböző szintekre beépített nyomásérzékelőkkel a parciális permeabilitás rétegenként meghatározható és az elhelyezett dréncszűrő-"dréncsőlap" fedél környezetében a szűrőanyag hidraulikai hatása is nyomon követhető.

A vizsgálatok értékelésekor a Terzaghi-törvény analógiájára "kritikus hidraulikus gradiensnek" i_c nevezük azt az értéket, amikor növekvő átfolyó vízmennyiség mellett a talajrészecskék átlépik a talajoszlop felett elhelyezett talajcsőből és szűrőanyagból kialakított lemezt. A permeaméterben meghatározható kísérleti i_c -érték a talaj és a talajcsőszűrő - mint együttes környezet - stabilitásának számszerű jellemzésére alkalmas paraméter. Ennek segítségével meghatározható, hogy a talajcsőszűrő anyagok megfelelnek-e a kívánt célnak.



1. ábra
A permeaméter keresztmetszeti vázlata

A permeaméter egy olyan plexiből épített modell, ami a szűrőzött talajcső környezetében hidraulikai viszonyok alakulását vizsgálja egy kiválasztott talajminta felett, változó nyomásviszonyok között.

A vizsgálat eszköze egy talajjal töltött, 12 cm magas és 11 cm átmérőjű henger. Erre egy lapított dréncső korong van helyezve, amit a talajtól egy szűrőanyag korong választ el. A permeaméterbe 8 db nyomásmérő tű /piezométer/ van beépítve, a "fal-hatás" kiküszöbölése érdekében egészen a permeaméter közepéig besűrűve. Ezek a nyomásmérők a vizsgált henger teljes magasságában el vannak osztva, egy pedig a dréncsőlap fölé van elhelyezve.

1. táblázat

A permeaméteres vizsgálatoknál alkalmazott talajok jellemző paraméterei

Talaj-paraméter	Vályog talaj /Arrou/	Homokos vályog talaj /Marais-Vernier/
Agyag, %	13	6
$U = d_{60} - d_{10}$	20	2,4
i_c^*	>3	1,6
Hidraulikus vezető-képesség, m/s **	nagyon alacsony $0,5-1, 0 \cdot 10^{-7}$	közepes $0,5 \cdot 10^{-5}$

*: a permeaméterben kísérleti úton meghatározott kritikus hidraulikus gradiens, amely jelzi a talajrészecskék kilépésének pillanatát, növekvő vertikális átfolyás mellett; **: permeaméterben kísérleti úton meghatározott hidraulikus vezetőképeség, melyet bolygatott talajból kialakított oszlopon mértek. Ez az érték a természetes körülmények között mért hidraulikus vezetőképeségtől eltér.

Az 1. táblázatban a permeaméteres vizsgálatok során alkalmazott talajok jellemző paramétereit foglaltuk össze. A talajok származási helye a franciaországi Arrou és Marrais-Vernier volt.

A Franciaországban alkalmazott kritériumrendszer szerint az Arrou-i vályog esetében nem szükséges szűrőanyag alkalmazása. A Marais-Vernier-i talaj esetében a szűrőanyag alkalmazása kívánatosnak tűnik. Ezt az ajánlást a gyakorlat is igazolta. Az Arrou-i drénezett területeken /ahol szűrőanyag nélkül lettek lefektetve a talajcsövek/ az eltelt 14 év alatt egyetlen ásványi kolmatációs probléma sem vetődött fel. Ezzel szemben feliszapolódási problémák jelentkeztek a Marais-Vernier térségben nemrég lefektetett szűrőzetlen talajcsőhálózatokon.

A következőkben összefoglaljuk a permeaméteres vizsgálatok módszerét. Itt az ismert adatok közé tartoznak a permeaméter méretei, a vizsgált talaj-henger száraz térfogattömege és a vízbetáplálás nyomásmagassága. A mért értékek a talajoszlop előtt és különböző szintjein mért nyomás, valamint az elfolyó vízmennyiség voltak. Ezekből az adatokból további jellemző paramétereket lehet meghatározni a talajoszlop pórusterében kialakuló folyamatok nyommonkövetésére, mint például a hidraulikus gradiens, a hidraulikus vezetőképeség és a belépési ellenállás.

A vizsgálat megkezdésekor a vízbetáplálási oldalon beállítják a víz-utánpótlás kezdeti nyomásmagasságát és 24 órát várnak míg beáll egy többé-kevésbé állandó állapot.

A felfogott vízhozamot minden nap mérik és mértékét az aktuális hőmérséklet felhasználásával 20 °C-os hőmérsékletre származtatják.

A vizsgált talajhenger különböző pontjain mért nyomást vízoszlop magasságban határozzák meg a nyomásmérőkhöz csatlakoztatott üvegcsövekben. Ezután a táplálási nyomásszintet 24 óránként néhány centiméterrel megemelik egészen addig, amíg talajszemcsék kimosódását tapasztalják. Ekkor meghatározzák a hidraulikus gradiens értékét és ezt tekintik a kritikus kísérleti hidraulikus gradiensnek.

A permeaméterben mindhárom terméken vizsgálatot végeztünk a homokos vályog talajjal, míg a vályog talajjal csak a VH-25 ill. a Terfil-2 típusú talajcsőszűrőket teszteltük.

Az eredmények értékelése

A továbbiakban összefoglaljuk a vizsgálat sorozat eredményeit. Az alapvizsgálati paramétereket a 2. táblázatban adtuk meg, míg a permeaméteres vizsgálatok eredményeit a 3. táblázatban és a 2. ábrán foglaltuk össze.

A nedvesedési vizsgálatok folyamán a három termék egyikénél sem jelentkezett a szűrő vízátláthatóságát korlátozó ellenállási probléma, a tapasztalt nyomásvesztés minden esetben 1 mm-nél kisebb volt, a víz a vizsgált minta felületének 100 %-át benedvesítette.

A homokkádás vizsgálatok a VH-25 és a Terfil-2 szűrőkre elvégezve nem szolgáltak olyan eredménnyel, melyek azokat alkalmatlannak nyilvánítanák homoktalajok szűrőzésére.

A permeaméterrel végzett vizsgálatok az alábbi alapvető eredményeket szolgáltatták:

- A VH-25 esetében a permeaméterben vizsgált talajoszlópok hidraulikus vezetőképessége mindkét talajnál kicsi volt. A kísérleti i_c végső értéke 3 felett volt és még ekkor sem kezdődött meg a talaj kiáramlása. A kilépési ellenállás alacsony maradt és talajszemcsék kilépését nem tapasztalták a vizsgálat teljes időtartama alatt. A szűrő szennyeződése kis, illetve közepes mértékű volt.

- A Terfil-2 /TRF-2/ talajcsőszűrő a két talajtípussal feltöltött permeaméterben eltérően viselkedett. A vályog talajon talajrészecskék kilépését nem tapasztalták. A kilépési ellenállás mértéke alacsony maradt, a vizsgálat befejezése előtt $i_c \sim 3$ enyhén megemelkedett. A homokos vályoggal feltöltött permeaméterben a vizsgálat második felében a kilépési nyomásvesztés hirtelen megemelkedett, majd $i_c = 1,4$ -nél a talajoszlóp megrepedt és nagy mennyiségű talajrészecske lépett át a szűrőzött talajcső lemezen. A Terfil-2 szűrő mindkét esetben alacsony szennyezettséget mutatott.

2. táblázat

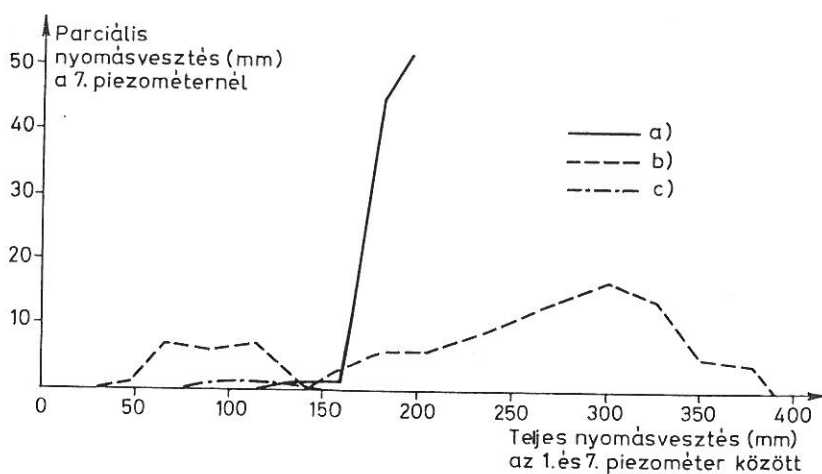
Az elvégzett vizsgálatok eredményei

Vizsgált paraméter	Termék és gyártója		
	VH-25 TEMAFORG	Terfil-2 TEMAFORG	Üvegszál- fátyol Üveggyár
Felülettömeg, g/m ²	412	396	95
Vastagság, mm	3,39	2,10	0,95
Szűrési nyílás, µm	189	88	377
Permittivitás K/vastagság, s ⁻¹	2,78	0,298	21,4

3. táblázat
A permeaméteres vizsgálatok eredményei

Vizsgált paraméter	VH-25 + vályog talaj	VH-25 + homokos vályog	TRF-2 + vályog talaj	TRF-2 + homokos vályog	ÜSZF + homokos vályog
Térfogattömeg /száraz/	1,37	1,41	1,39	1,41	1,44
Átlagos K-érték, m/s	$<10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$<10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$
Maximális hidraulikus grádiens *	>3	>3	>3	1,4	1,3
A szűrőanyag szennye- ződése száraz anyag %-a **	60	25	35	15	120

* a hidraulikus gradiens elért maximális értéke, amíg talajrészecske nem távozott a rendszerből. Ezt a vizsgálatot leállítják, amikor a hidraulikus gradiens értéke meghaladja a 3-at; **: a szűrőanyag szennyeződés mértékét az arra rátapadt talaj mennyiségének, a szűrőanyag légszáraz tömegének súlyszázalékos arányában fejezik ki.



2. ábra
Parciális nyomásvesztés /a szűrőanyagnál/ és teljes nyomásvesztés a permeaméterben. a/ Terfil-2; b/ VH-25; c/ üvegszálátítyol

- Az üvegszál-fátyollal /ÜSZF/ homokos vályog talajon végzett permeaméteres vizsgálatban a szűrőzött talajcsőlemez mentén gyakorlatilag nem lépett fel nyomásvesztés. Az $i_c = 1,3$ értéknél a talajoszlop megrepedt és nagy mennyiségű talajrészecske lépett ki a rendszerből. A szűrőanyag relatív szennyezettsége magas volt.

Következtetések

Kizárólag a VH-25 elnevezésű termék alkalmas a Marais-Vernier-i homokos vályog talaj ásványi kolmatálásának megakadályozására. A szűrőhatás jól biztosított és úgy tűnik, semmi jele nincs a szűrőanyag talajrészecskék általi eltömődésének.

A Terfil-2 és az üvegszál-fátyol szűrőanyagok nem alkalmasak ennek a talajnak a szűrőzésére, mivel a kritikus hidraulikus gradiens elérésekor jelentős mennyiségű talajrészecskét eresztenek át. Ezt az üvegszál-fátyol esetében jól magyarázza annak nagy szűrőzési nyílásmérete $>300 \mu\text{m}$. Ezzel szemben a Terfil-2-vel kapott eredmények igen meglepőek, mivel ennek szűrőzési nyílásmérete közepes $88 \mu\text{m}$ és leggyakrabban az ilyen típusú termékeket szokták a homokos vályog talajokra javasolni.

Az Arrou-i vályog esetében nehéz megítélni a szűrőanyag hatását, mivel ezt a talajt nem tekintik feliszapolást előidézőnek, és a vizsgálatok folyamán valóban jó stabilitást mutatott. Mindenesetre meg lehet jegyezni, hogy a VH-25 és a Terfil-2 szűrőanyagok az iszap frakció részecskéi által nem mutatnak eltömődésre való hajlamot, amint azt korábban néhány felhasználó feltételezte.

Az üvegszál-fátyol szűrő alkalmazhatóságával kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy noha a talajcsövek védőszűrőzésére nem alkalmas, a talajcsövek kedvező hidraulikai közegének biztosítására azonban megfelelhet, amire kötött, kedvezőtlen fizikai tulajdonságokkal rendelkező talajok esetében szükség lehet.

Összefoglalás

Összefoglalva: A VH-25 alkalmas a talajcsövek védőszűrőzésére homokos vályog talajokon. A Terfil-2 a vizsgálatokban támasztott követelményeknek nem felelt meg, tehát az alkalmazásból való kivonását szorgalmazni kell. Az üvegszál-fátyol védőszűrőzésre nem alkalmas, azonban a talajcsövek hidraulikai szűrőzésére, felületi eltömődés elleni védelmére megfelelhet.

Az eredmények jól szemléltetik, hogy szabványosított feltételek között, alkalmas módszertan felhasználásával a talajcsőszűrő anyagok alkalmassága egzakt módon értékelhető. Hasznos lenne tehát, ha a hazai gyakorlat is kifejlesztené az alkalmazott termékek ilyen irányú egységesített minősítését.

Irodalom

- DIERICKX, W. and YÜNCÜOĞLU, I., 1982. Factors affecting the performance of drainage envelope materials in structural unstable soils. *Agricultural Water Management*. 5. /3/ 215-225.
- LENNOZ-GRATIN, Ch., 1987. The use of geotextiles as drain envelopes in France in connection with mineral clogging risk. *Geotextiles and Geomembranes*. 5. /2/ 71-89.
- LENNOZ-GRATIN, Ch., et ZAIDI, K., 1987. Hydraulique au voisinage du drain. *Etudes du CEMAGREF. Serie Hydraulique Agricole*. 2. /5/ 139.

- STUYT, L. and CESTRE, T., 1986. Common lines in research on drainage envelopes in France and in the Netherlands. EEC-Workshop on "Agricultural Water Management". 163-173. Arnhem, Hollandia.
- WILLARDSON, B.S., 1979. Synthetic drain envelope materials. Proc. Intern. Drain. Workshop, Wageningen, ILRI. 25. 297-305.

CH. LENNOZ-GRATIN és BOGNÁR NÁNDOR
CEMAGREF, Antony /Franciaország/ és
Vízgazdálkodási Tudományos Kutató
Központ, Budapest

Érkezett: 1989. január 16.